

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ  
В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Т.О. Зинченко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Е.А. Печерская

Пензенский государственный университет,

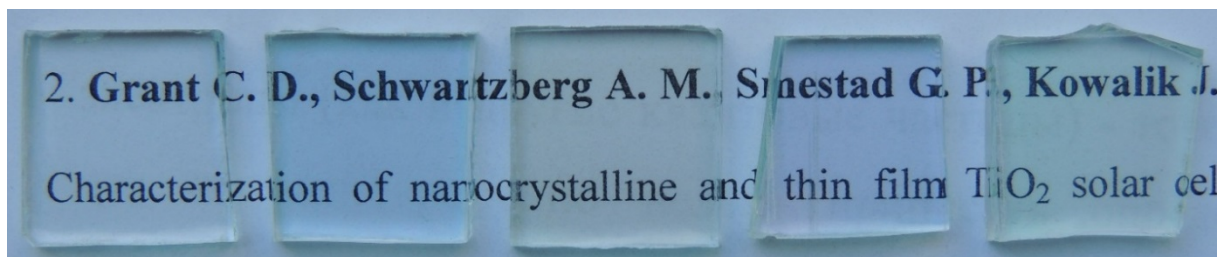
Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40, 440000

E-mail: [scar0243@gmail.com](mailto:scar0243@gmail.com)

Система энергоснабжения космического аппарата (система энергоснабжения, СЭП) — система космического аппарата, обеспечивающая электропитание других систем, является одной из важнейших систем, во многом именно она определяет геометрию космических аппаратов, конструкцию, массу, срок активного существования. Выход из строя системы энергоснабжения ведёт к отказу всего аппарата. На сегодняшний день Солнечная батарея в космосе является единственным источником выработки необходимого количества электроэнергии. При этом у солнечных элементов обнаружены такие недостатки, как высокая стоимость и в случае использования солнечных батарей на околоземной орбите, сказывается влияние радиации на материал изготовления фотоэлемента. Благодаря такому негативному влиянию происходит изменение структуры солнечных элементов, что влечет снижение выработки электроэнергии.

В связи с этим актуальной задачей является разработка недорогой, простой в управлении технологической установки для получения защищенных от радиации функциональных тонкопленочных покрытий для солнечных элементов.

Оптические и электрические свойства ППП зависят от технологии получения, выбор которой, как правило, связан с учетом оптимального функционирования покрытия для конкретного использования при сведении к минимуму затрат на производство. Нанесение металлооксидных покрытий можно выполнить физическими или химическими методами, а также их комбинациями. Традиционные методы, к которым относят термическое вакуумное осаждение, магнетронное распыление, импульсно-лазерное осаждение, химическое парофазное осаждение, осложнены использованием вакуума, дорогостоящего технологического оборудования и не просты для промышленной реализации. Спрей-пиролиз является наиболее подходящим под эти требования методом, поскольку обладает следующими преимуществами: простота; низкая стоимость; возможность варьирования свойств ППП путем изменения режимов их нанесения; большая поверхность зоны покрытия; потенциал для массового производства. [2] Для получения прозрачного проводящего оксида использовался диоксид олова, легированный сурьмой, т.к. этот материал, больше всего подходит для получения такого вида покрытий. SnO<sub>2</sub> достаточно устойчив к атмосферным условиям, химически инертен и может противостоять высокой температуре, имея высокую проводимость и прозрачность.

Рис. 1. Фотография образцов с покрытием SnO<sub>2</sub>+Sb

После получения образцов, были получены различные параметры и свойства получаемых покрытий [3]. Для защиты от радиации осуществлено внедрение по границам пленки в приповерхностную область водорода и нитрида бора. Это позволит увеличить защиту от

радиационных эффектов солнечных элементов, поскольку данные элементы снижают поток протонов и число генерируемых нейтронов в фотоэлементе.

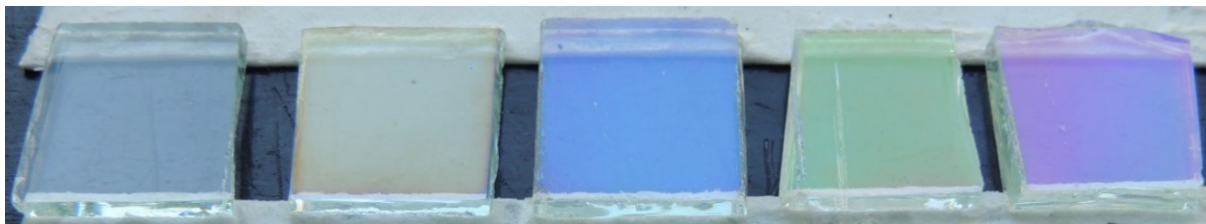


Рис. 2. Фотография образцов с покрытием  $\text{SnO}_2+\text{Sb}$  с внедрением  $\text{H} + \text{BN}$

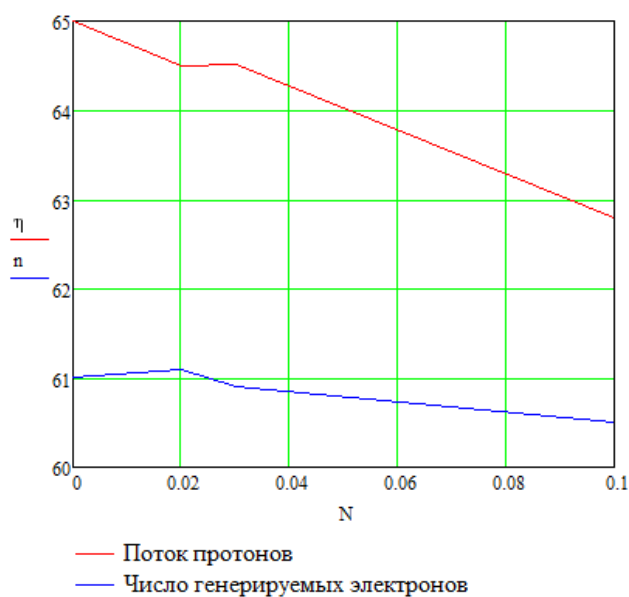


Рис. 3. Зависимость коэффициента ослабления потока протонов и числа генерируемых нейтронов от концентрации  $\text{H}$  и  $\text{BN}$

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гущин В. Н. Системы энергоснабжения // Основы устройства космических аппаратов: Учебник для вузов. — М.: Машиностроение, 2003. — С. 217—241. — 272 с. — 1000 экз. — ISBN 5-217-01301-X.
2. Кондрашин В. И., Рыбакова Н. О., Ракша С. В., Шамин А. А., Николаев К. О. Прозрачные проводящие покрытия на основе оксидов металлов. Технологии получения, свойства и области применения // Молодой ученый. — 2015. — №13. — С. 128-132.
3. Определение толщины тонких оптически прозрачных пленок  $\text{SnO}_2$  конвертным методом / В. И. Кондрашин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2016. - № 2 (38). - С. 93-101.